

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-003478

(43)Date of publication of application : 07.01.2000

(51)Int.Cl.

G08B 13/16

G01S 13/34

(21)Application number : 10-168522

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 16.06.1998

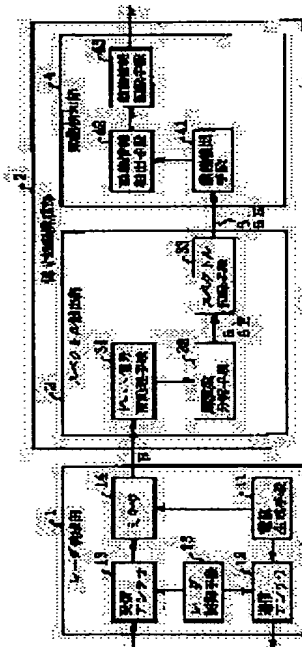
(72)Inventor : MAEDA TAKUSHI  
SUZUKI NAOHIKO  
NOZAWA TOSHIHARU  
MORI HIDETAKA

## (54) MOVING STATE DETECTION DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a moving state detection device capable of grasping moving state information such as the existence, positions, number and moving directions of moving objects by using a radar without fitting an equipment to each moving object.

**SOLUTION:** The device is provided with a radar constitution part 1 and a signal processing constitution part 2, which includes a spectrum extraction part 3 and a moving state detection part 4. The spectrum extraction part 3 includes a frequency analysis means 32 for extracting the spectrum of a beat signal obtained from a transmission wave from the radar constitution part 1 and a received wave to be a reflecting wave of the transmission wave and a spectrum recording means 33 for recording the spectrum and the moving state detection part 4 includes a moving state detection means 41 for comparing a spectrum to be detected at present with a spectrum obtained when there is no moving object and detecting the existence of a moving object in a monitoring area and a moving state information extraction means 42 for extracting moving state information such as the positions, number and moving directions of detected objects.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-3478

(P2000-3478A)

(43) 公開日 平成12年1月7日(2000.1.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 8 B 13/16

G 0 8 B 13/16

5 C 0 8 4

G 0 1 S 13/34

G 0 1 S 13/34

5 J 0 7 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平10-168522

(22) 出願日

平成10年6月16日(1998.6.16)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 前田 卓志

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 鈴木 直彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100057874

弁理士 曾我 道照 (外6名)

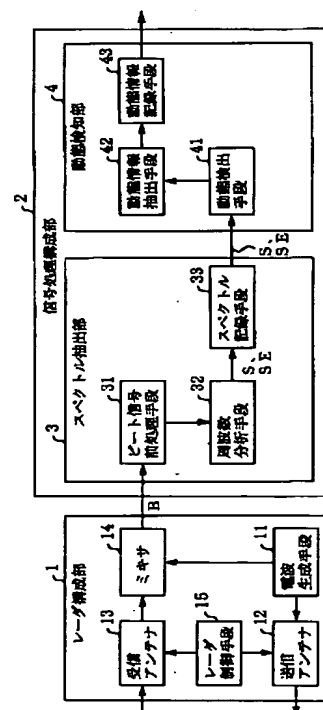
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 動態検知装置

## (57) 【要約】

【課題】 レーダを用い、動く物体に機器を付けることなく、その存在および位置、数、移動方向などの動態情報を把握できる動態検出装置を提供する。

【解決手段】 レーダ構成部1と信号処理構成部2とを備え、信号処理構成部2は、スペクトル抽出部3と、動態検知部4とを含み、スペクトル抽出部3は、レーダ構成部1からの送信波とこれの反射波である受信波から得られたビート信号のスペクトルを抽出する周波数分析手段32と、スペクトルを記録するスペクトル記録手段33とを含み、動態検知部4は、現在検知対象のスペクトルと動く物体が存在しない時のスペクトルとを比較して監視区域における動く物体の存在を検出する動態検出手段41と、検出された物体の位置、数、移動方向などの動態情報を抽出する動態情報抽出手段42とを含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電波を生成する電波生成手段、前記電波を送信波として監視区域に照射する送信アンテナ、反射物体で反射された前記送信波を反射波として受信する受信アンテナ、および前記送信波と前記受信波を混合してビート信号を生成するミキサから構成されるレーダ構成部と、

前記レーダ構成部で取得されたビート信号から、監視区域における物体の存在とその位置、数、移動方向などの動態情報の検知を行う信号処理構成部と、

を備え、

前記信号処理構成部は、スペクトル抽出部と、動態検知部とを含み、

前記スペクトル抽出部は、前記ビート信号のスペクトルを抽出する周波数分析手段と、スペクトルを記録するスペクトル記録手段とを含み、

前記動態検知部は、現在検知対象のスペクトルと動く物体が存在しない時のスペクトルとを比較して監視区域における動く物体の存在を検出する動態検出手段と、検出された物体の位置、数、移動方向などの動態情報を抽出する動態情報抽出手段とを含むことを特徴とする動態検知装置。

【請求項 2】 前記動態検出部が、検知対象のスペクトルの強度と、動く物体が存在しない時のスペクトルの強度との増加または減少の度合から、監視区域における動く物体の存在や数を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の動態検知装置。

【請求項 3】 前記動態情報抽出手段が、前記スペクトルの周波数から物体までの距離、前記距離と現在のアンテナの設置位置および電波の照射方向から物体の位置、前記スペクトル記録手段に記録されている過去のスペクトルに基づいた物体の位置と現在の物体の位置から物体の移動方向などの動態情報を抽出することを特徴とする請求項 1 に記載の動態検知装置。

【請求項 4】 前記動態検知部が、前記動態情報抽出手段で抽出された動態情報を記録する動態情報記録手段と、この動態情報記録手段に記録された過去の動態情報と現在検知対象の動態情報を比較することにより、検出された物体の位置、数、移動方向などを修正し、修正された動態情報を前記動態情報記録手段に記録する動態情報修正手段と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の動態検知装置。

【請求項 5】 前記スペクトル抽出部が、設定した時間区間の経過終了を判定し、前記スペクトル記録手段に記録された各時刻のスペクトルのうち任意の時間区間のスペクトルを平均化し、平均化されたスペクトルを前記スペクトル記録手段に記録する平均化処理手段を備えることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の動態検知装置。

【請求項 6】 前記レーダ構成部が、電波の照射位置や

照射方向を変化させるレーダ制御手段を備えたことを特徴とする請求項 5 に記載の動態検知装置。

【請求項 7】 前記レーダ構成部が、複数の受信アンテナを備えたことを特徴とする請求項 5 に記載の動態検知装置。

【請求項 8】 前記動態情報抽出手段が、複数の位置のアンテナから得られたスペクトルの周波数から物体までの距離、前記距離とアンテナの設置位置および電波の照射方向から物体の位置、複数のスペクトルに基づいた物体の移動方向などの動態情報を抽出することを特徴とする請求項 6 ないし 7 のいずれかに記載の動態検知装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ある監視区域において人などの動く物体の存在および、その位置、数、移動方向などの動態情報を検知する動態検出装置に関するものであり、カメラによる不審者などの追尾監視、入退室管理における複数人の同時進入や双方向の同時通行の検知によって不正入退室を防止するセキュリティシステム、およびエレベータホールでの待ち人数情報を利用したエレベータ群管理システム、平常時の人の所在状況や災害時の人の避難状況を監視するエリア監視システムなどに適用可能なものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より人などの物体を検知する装置は既に種々提案されている。電波を利用する装置では、例えば特開昭 59-24396 号公報に開示されたものがある。これは電波警報装置に関する装置で、警戒範囲に照射したマイクロ波の反射波の反射量を監視し、基本波形と比べることによって、反射量の変化に基づいて、物影に隠れた侵入者を検知する技術のものである。また、特開平 4-27803 号公報には物体位置検出システムに関する装置が開示されており、ビルに入るすべての人に ID カードを持たせ、ID カードが送信する信号を用いてその人の位置を検出する技術のものである。また、その他にも画像処理を利用した方式が種々提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】以上のように従来のこの種の装置では、例えば特開昭 59-24396 号公報に代表される装置では、侵入者の有無だけを判別する技術であり、人の位置、人数、移動方向などの動態情報を検知する技術ではない。また特開平 4-27803 号公報の機能を得るためには、ビルに入るすべての人に ID カードを所持させなければならない。また、画像処理を利用した方式では、検知した人までの距離を計測することができないだけでなく、監視区域の明るさや背景および人の服の色などによって人を検知できないという問題が残されていた。

【0004】このは発明の目的、レーダを用いることに

よって、人をはじめとする動く物体を無線機などの機器を何も所持させなくても、その存在および位置、数、移動方向などの動態情報を把握することができる動態検出装置を提供することを目的とする。

【0005】これにより、効率的なシステム運用を行うことができ、例えばセキュリティシステムにおいては、監視区域での不審者などの動く人の存在を検知し、その動きをカメラで追尾監視したり、ドアの入退室管理で、ドアが開いた時の不正通行を検出するなどの機能を実現でき、エレベータ群管理システムにおいては、エレベータホールでの待ち人数情報を検知してエレベータ群管理装置に提供することができ、エリア監視システムにおいては、ビルなどの中のあるエリアの平常時の人の所在状況や災害時の人の避難状況を、監視センタなどに提供することができる。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的に鑑み、この発明は、電波を生成する電波生成手段、前記電波を送信波として監視区域に照射する送信アンテナ、反射物体で反射された前記送信波を反射波として受信する受信アンテナ、および前記送信波と前記受信波を混合してビート信号を生成するミキサから構成されるレーダ構成部と、前記レーダ構成部で取得されたビート信号から、監視区域における物体の存在とその位置、数、移動方向などの動態情報の検知を行う信号処理構成部と、を備え、前記信号処理構成部は、スペクトル抽出部と、動態検知部とを含み、前記スペクトル抽出部は、前記ビート信号のスペクトルを抽出する周波数分析手段と、スペクトルを記録するスペクトル記録手段とを含み、前記動態検知部は、現在検知対象のスペクトルと動く物体が存在しない時のスペクトルとを比較して監視区域における動く物体の存在を検出する動態検出手段と、検出された物体の位置、数、移動方向などの動態情報を抽出する動態情報抽出手段とを含むことを特徴とする動態検知装置にある。

【0007】またこの発明は、前記動態検出部が、検知対象のスペクトルの強度と、動く物体が存在しない時のスペクトルの強度との増加または減少の度合から、監視区域における動く物体の存在や数を検出することを特徴とする動態検知装置にある。

【0008】またこの発明は、前記動態情報抽出手段が、前記スペクトルの周波数から物体までの距離、前記距離と現在のアンテナの設置位置および電波の照射方向から物体の位置、前記スペクトル記録手段に記録されている過去のスペクトルに基づいた物体の位置と現在の物体の位置から物体の移動方向などの動態情報を抽出することを特徴とする動態検知装置にある。

【0009】またこの発明は、前記動態検知部が、前記動態情報抽出手段で抽出された動態情報を記録する動態情報記録手段と、この動態情報記録手段に記録された過去の動態情報と現在検知対象の動態情報を比較すること

により、検出された物体の位置、数、移動方向などを修正し、修正された動態情報を前記動態情報記録手段に記録する動態情報修正手段と、を備えることを特徴とする動態検知装置にある。

【0010】またこの発明は、前記スペクトル抽出部が、設定した時間区間の経過終了を判定し、前記スペクトル記録手段に記録された各時刻のスペクトルのうち任意の時間区間のスペクトルを平均化し、平均化されたスペクトルを前記スペクトル記録手段に記録する平均化処理手段を備えることを特徴とする動態検知装置にある。

【0011】またこの発明は、前記レーダ構成部が、電波の照射位置や照射方向を変化させるレーダ制御手段を備えたことを特徴とする動態検知装置にある。

【0012】またこの発明は、前記レーダ構成部が、複数の受信アンテナを備えたことを特徴とする動態検知装置にある。

【0013】またこの発明は、前記動態情報抽出手段が、複数の位置のアンテナから得られたスペクトルの周波数から物体までの距離、前記距離とアンテナの設置位置および電波の照射方向から物体の位置、複数のスペクトルに基づいた物体の移動方向などの動態情報を抽出することを特徴とする動態検知装置にある。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、この発明を各実施の形態に従って説明する。

実施の形態1.ここで、この実施の形態1は、部屋などの空間で動く物体として人の存在を検知し、人の位置を把握しながらカメラで自動的に追尾監視するセキュリティシステムを想定した場合の動態検知装置に関するものである。図1はこの発明の実施の形態1による動態検知装置の全体構成の一例を示すブロック図である。この実施の形態1では、レーダ部にFMCWレーダを採用した場合の例を挙げて説明する。

【0015】図1において、1はレーダ構成部で、11が電波を生成する電波生成手段、12が生成された電波を送信波として監視区域に照射する送信アンテナ、13が反射物体で反射された送信波を受信波として受信する受信アンテナ、14が送信波と受信波を混合してビート信号を生成するミキサ、15が電波の照射方向を変化させるレーダ制御手段である。2はレーダ構成部1で生成されたビート信号から人の検知処理を行う信号処理構成部である。3はビート信号からスペクトルを生成するスペクトル抽出部で、31がビート信号に前処理を施すビート信号前処理手段、32がビート信号からスペクトルを生成する周波数分析手段、33がスペクトルを記録するスペクトル記録手段である。4は動態検知部で、41が人などの動く物体を検出する動態検出手段、42が検出された物体の位置や数、移動方向などの動態情報を抽出する動態情報抽出手段、43が抽出された動態情報を記録する動態情報記録手段である。

【0016】図2はこの発明の実施の形態1による自動追尾監視システムへ適用した場合の概念図である。図2において、SAは現在の監視区域で、Hは監視区域SAにいる人で、AはFM-CWレーダ構成部1のうち送信および受信アンテナ(送受信アンテナ)で、Cは監視区域SAに人がいればその人を自動的に追尾監視する監視カメラである。RSはアンテナAから照射される電波を模式的に表しており、矢印は電波RSを監視区域SAに対して角度方向(例えば水平方向)に走査することを表している。Rはレーダ設置位置からHなどの反射物体までの距離を、x-y軸はレーダ設置位置を原点とした場合の直行座標を、 $\theta$ は座標軸xに対するHなどの反射物体方向への角度を表す。

【0017】次に監視区域SAに存在する人の位置を検知する動態検知装置の動作について説明する。まず、レーダ部にFM-CW方式を採用した場合のレーダ構成部1の動作について、処理の流れを図1を用いて説明し、図3の(a)~(c)には具体的な信号の例を挙げて説明する。

【0018】図3の(a)は横軸に時間、縦軸には周波数の発信周波数の時間変化を表したグラフである。図3の(b)は(a)のように発信周波数を変化させた場合の発信波と物体で反射した反射波とのビート信号の例を表すグラフである。横軸は時間、縦軸は電圧を示している。図3の(c)は(b)に窓関数を適用することを示した図である。ERで示した領域に窓関数を適用することを意味している。

【0019】あるアンテナの走査位置で、図3の(a)のように周波数変調した電波を電波生成手段11で生成し、送信アンテナ12で監視区域SAに繰り返し照射する。

$$\tau = T - a - z$$

【0024】で与えた時の場合、ハミング窓を適用した時の前処理後のビート信号bは

$$b = \begin{cases} \frac{1}{2}(1 + \cos \frac{\pi}{\tau} t) \times f(t) & (|t| \leq \tau) \\ 0 & (|t| > \tau) \end{cases} \quad \text{--- (2)}$$

【0026】で表される。

【0027】さらに前処理で窓関数などで時間区間に分けられたアナログのビート信号BをS3でデジタル信号に変換し、時間区間ごとにS5で高速フーリエ変換などで周波数に分離し、ここで生成されたスペクトルSをS5でスペクトル記録手段33に記録する。S6で終了判定を行い、未終了であれば、再びS1でビート信号を取得し、以上の手順を繰り返し行う。S6で終了と判定されればスペクトル抽出部3での処理は終了する。

【0028】一方、上記と同様の手順で、監視領域SAに人がいない場合で、壁などの環境だけによる反射波に基づいたビート信号のスペクトル(以下環境スペクトルSEと表記)をあらかじめ求め、スペクトル記録手段3

監視区域SAに存在する反射物体による反射波を受信アンテナ13で受信し、ミキサ14で図3の(b)のような送信波と受信波のビート信号Bを生成する。

【0020】次にスペクトル抽出部3の動作について、処理の流れを図6を用いて説明し、処理される信号を図3で具体的な信号の例を挙げながら説明する。図6においてS1はビート信号Bを取得するステップ、S2はビート信号を前処理するステップ、S3は電圧などのアナログ情報で表されるビート信号をデジタル信号に変換するステップ、S4はデジタルのビート信号からスペクトルSを生成するステップ、S5はS4で生成されたスペクトルSを記録するステップ、S6はスペクトルの取得の終了を判定するステップである。

【0021】あるアンテナの走査位置で図3の(b)のようなビート信号BをS1で取得し、S2で窓関数を適用するなどの前処理を行う。ここで、図3の(a)のような周波数変調された電波には周波数が急激に変化する点に不連続点が生じるため、図3の(b)のビート信号にも同様なタイミングで不連続点が生じる。そこで、ビート信号Bに図3の(c)に示した領域に周波数変調と同様な周期で窓関数を適用し時間区間に分けることによって、ビート信号に不要な雑音を含まないような前処理を行う。

【0022】ビート信号の時間関数を $f(t)$ で表し、不連続点から不連続点までの周期をTとし、ビート信号の両端の不連続点を除去するための時間のうち、前の不連続点から窓関数を適用するまでの時間区間a、窓関数を適用する最終点から後の不連続点までの時間区間zとし、窓関数を適用する時間区間 $\tau$ を

【0023】

【数1】

$$\tau = T - a - z \quad \text{--- (1)}$$

【0025】

【数2】

3に記録しておく。

【0029】次に、以上の手順で得られたスペクトルから動態検出手段41で人を検出する場合の動作について図7を参照しながら説明する。図7において、F1は現在検知対象のスペクトル(S)を読み込むステップ、F2はSの前処理をして信号Pを生成するステップ、F3はPのピーク周波数(f<sub>b</sub>)を記憶するステップ、F4は環境スペクトル(SE)を読み込むステップ、F5はSEの前処理をして信号PEを生成するステップ、F6はPEのピークとなる周波数(環境周波数f<sub>e</sub>)を記憶するステップであり、F7はF3で記憶した信号に周波数f<sub>e</sub>以外のピークが存在するかどうかを判定するステップで、F8は周波数f<sub>e</sub>以外の周波数に対応する位置に人を検

出するステップである。F 9 は P と P E を各周波数成分ごとに比をとった信号 P S を生成するステップで、F 10 は P S と目標検出レベルを比較するステップで、F 11 が P S が目標検出レベルに達するかどうかを判定するステップである。F 12 は周波数  $f_e$  に対応する位置に人を検出するステップで、F 13 は人を検出しないステップを示している。

【0030】まず、現在検知対象のスペクトル S を F 1 で読み込み、そのうち有効なピーク成分のみを含むスペクトル P を生成するために前処理を F 2 で行う。前処理ではスペクトルのうち振幅の大きい成分(ピーク成分)を抽出し、ピーク成分のうち明らかに不要な成分を除去するなどの処理を行う。

【0031】ここで、F 2 の前処理の手順の一例を、具体的な信号の例を図 8 の(a)～(d)を参照しながら説明する。図 8 の(a)～(d)はいずれも横軸が周波数、縦軸がパワースペクトルのレベルを表すグラフであり、(a)はスペクトルと閾値の関係を表した図である。(b)は閾値によってピーク成分を抽出した後のスペクトルを表す図である。(c)は複数の隣り合うピーク成分から代表成分を抽出したスペクトルを表す図である。(d)は代表成分のスペクトルから不要な成分を除去したスペクトルを表す図である。

【0032】図 8 の(a)のように現在検知対象のスペク

$$f_e = \frac{2f_m \Delta f}{c} \times R_e$$

【0036】で求められるため、ピークスペクトル P E のなかから壁などの環境による反射によるピーク周波数  $f_e$  (以下、環境周波数と表記)を F 6 で記憶する。ただし、(3)式において光速  $c$  [m/s e c<sup>2</sup>]、FM 繰返周波数  $f_m$  [Hz]、周波数遷移幅  $\Delta f$  [Hz]を用いている。

【0037】次に現在検知対象のスペクトル S のピーク周波数  $f_b$  のなかから環境周波数  $f_e$  以外のピークの存在を F 7 で判定し、存在すれば周波数  $f_b$  の位置に人を検出し処理を終了する。一方  $f_e$  以外にピークが存在しなければ、F 9 に処理を移す。

【0038】F 9 では P と P E を各周波数成分ごとに比を求め P S を生成する。P S と現在検出したい物体の目標レベルを F 10 で比較する。目標検出レベルは、現在の検出目標物体(人、大人、子供、一人、複数人、車椅

$$R = \frac{c}{2f_m \Delta f} \times f_p$$

【0041】で求める。ただし、(4)式では光速  $c$  [m/s e c<sup>2</sup>]、FM 繰返周波数  $f_m$  [Hz]、周波数遷移幅  $\Delta f$  [Hz]を用いている。さらに、レーダから人までの距離と現在の電波の照射方向(走査角  $\theta$ )から、人

トル S に、現在の検知目標物(この実施の形態 1 では人)に応じた適当な閾値を設けて、閾値を越えた成分をピーク成分としたスペクトルを抽出する。閾値の設定法としては、一定値や C F A R とよばれる動的な閾値設定法等を用いる。

【0033】図 8 の(b)のように閾値を用いて抽出されたスペクトルには、一般に連続して隣り合う複数のピーク成分が存在する。これらの隣り合う成分のうち、平均値や最大値などを求めるなどしてピーク成分をひとつで代表する。図 8 の(c)に示したグラフは最大値で代表成分を求めた場合の結果である。さらにスペクトルの直流成分などの明らかな不要成分を除去し、反射物体のみによるピーク成分を抽出した図 8 の(d)のような最終的なスペクトル P を生成する。ここで生成されたスペクトル P のなかからピーク成分に対応するピーク周波数  $f_b$  を F 3 で記憶する。

【0034】同様に環境スペクトル S E を F 4 で読み込み、そのピーク成分を含むスペクトル P E を生成するための前処理を F 5 で行う。前処理にはスペクトル S に施した処理と同様な処理を行う。ここで、現在の電波の照射方向における、レーダから壁などの環境までの距離は既知であるので、その距離  $R_e$  に対応する周波数  $f_e$  は

【0035】

【数 3】

--- (3)

子、車、小動物など)の種類に応じて設定する。例えば、人を検出したい場合は P E に対する P の比が 0.3 ～ 0.4 や、小動物も検出したい場合 0.2 ～ 0.4 や、厳密に大人などだけを検出したい場合は 0.4 以上などのように設定する。F 11 で目標検出レベルを達成するかを判定を行い、達成すれば F 12 で周波数  $f_e$  の位置に物体を検出し、一方達成しなければ、F 13 で物体を検出せずに処理を終了する。

【0039】次に動態検出手段 41 で検出目標物体(この実施の形態では人)が検出されれば、動態情報抽出手段 42 で検出された物体の位置を求める。まず動態検出手段 41 で求められたピーク周波数  $f_p$  ( $f_b$  ないし  $f_e$ )からレーダから人までの距離  $R$  [m]を

【0040】

【数 4】

--- (4)

の位置(レーダに対する x 座標、y 座標)を

【0042】

【数 5】

$$\begin{cases} x = R \cos \theta \\ y = R \sin \theta \end{cases}$$

--- (5)

【0043】にしたがって求める。最後に、動態情報記録手段44に人の位置を記録するとともに、位置を外部に出力する。

【0044】以上の手順が完了すると、レーダ制御手段15によって照射される電波RSの向きを機械的あるいは電氣的な手段によって変更し、次の走査位置でのビート信号を取得し同様な信号処理を行う。このようにして監視区域SAすべてをレーダが走査することによって、監視区域SAに存在する人の位置を検知することができる。

【0045】実施の形態1では、アンテナを壁の隅に設置し角度方向に走査したが、用途によっては天井や床などの場所に設置していずれの方向に走査しても同様な機能を実現することができる。また、レーダにはのこぎり型に周波数変調を行ったFM-CWレーダを例に挙げたが、他の方式のレーダ、他の変調方式でも実現可能である。

【0046】実施の形態2。ここで、この実施の形態2は、ドアなどで隔てられた部屋の出入口で動く物体として人の存在を検知し、その人数を検知するセキュリティシステムを想定した場合の動態検知装置に関するものである。図9はそのようなこの発明の実施の形態2による動態検知装置の全体の構成の一例を示すブロック図である。実施の形態2ではドアを通過する人数をひとりか複数人かを判別する。

【0047】図9において、上記実施の形態1と同一符号で示す部分は同一もしくは相当部分を示す。13a、13b、13cはレーダ構成部1に設置された複数の受信アンテナを示しており、この実施の形態では受信アンテナが3つの場合を示している。16は受信アンテナを切替える受信アンテナスイッチで、34は平均化処理手段で、44は動態情報修正手段である。

【0048】図10はこの発明の実施の形態2による入退室管理システムへの適用した場合の概念図である。図10において、SAはセキュリティエリアである監視区域、ASは監視区域SAに設置された送受信アンテナを示している。また、PAは監視区域(セキュリティエリア)SAとドアDによって隔てられているアクセスエリアである監視区域、KPはPAからドアDの開けるための鍵、KSはSAからドアDを開けるための鍵、APはアクセスエリアPAに設置された送受信アンテナ、Hは実施の形態2における検知対象物である人を示している。なお、RS1、RS2、RS3およびRP1、RP2、RP3はそれぞれアンテナASおよびAPから3方向に細い角度に照射される電波を模式的に表している。

【0049】次にアクセスエリアPAからセキュリティ

エリアASにドアDを通じて進入しようとする人Hの人数を検知する場合の動態検知装置の動作について図9を用いて説明する。

【0050】レーダ構成部1とスペクトル抽出部3での動作を図11を参照しながら説明し、その場合の信号の流れを図3、4、5を用いて説明する。図11において、S1、S2、S3、S4、S5は図6に同符号で示したステップと同じで、S7は設定した時間区間のスペクトルの取得の終了を判定するステップで、S8は設定した時間区間のスペクトルの平均値を求めるステップである。

【0051】図4は横軸が周波数、縦軸がパワースペクトルのレベルを表したグラフを時刻軸に並べたグラフである。各時刻軸にそって存在するひとつのグラフはある時間区間のビート信号のスペクトルを示している。図5は図4のある時間区間の複数のスペクトルを平均化したスペクトルを示している。横軸は周波数、縦軸はパワースペクトルのレベルを示している。

【0052】まず、ある位置からある方向に照射された電波(例えばRP1)について、実施の形態1と同様にレーダ構成部1で得られる人などの反射物体によるビート信号BをS1で取得し、S2で不連続点を取り除くなどの前処理をし、S3でアナログのビート信号をデジタル情報に変換する。デジタル化されたビート信号をS4で高速フーリエ変換などを用いてスペクトルを生成し、S5ではスペクトル記録手段33に生成されたスペクトルを記録する。

【0053】以上の動作を受信アンテナスイッチ16を切替えながら、他の方向に照射される電波(例えばRP2やRP3)について繰り返し行い、全ての方向のアンテナ(13a、13b、13c)についてスペクトルを取得しスペクトル記録手段33で記録する。

【0054】次にあるアンテナの走査位置での信号の取得が、ある設定した時間区間分だけ終了したかどうかをS7で判定し、終了していれば図4のような複数の時刻のスペクトルをS8で平均化し、図5のような平均化されたスペクトル(以下、平均スペクトルと表記する)を生成し、スペクトル記録手段33で記録する。一方、設定した時間がまだ経過していなければ再びS1でビート信号を取得し、そのスペクトルを生成し記録する手順を繰り返す。

【0055】動態検出手段41では各アンテナ方向での平均スペクトルを読み込み、各電波の照射方向に対して、実施の形態1と同様な手順で人の検出を行う。

【0056】動態情報抽出手段42では、次の二つの場合に分けて人数を求める。ひとつは、レーダから人が検

出された距離における電波の照射幅が人の幅に比べて十分大きくなるような位置の場合で、もうひとつは、レーダから人が検出された距離における電波の照射幅が人の幅と同程度以下の場合である。人の検出位置での電波の照射幅が人の幅に比べて十分大きい場合は、動態検出手段41で各電波の照射方向ごとに検出された人から人数を決定する。

【0057】一方、図4のように室内でレーダから人までの距離が数メートルでの電波の照射幅が50cm程度のような場合の人数の判定方法を図12の(a)～(d)を用いて説明する。図12の(a)～(d)において、APは図10に同符号で示したアクセスエリアPAに設置された送受信アンテナAPで、RP1、RP2、RP3は図5に同符号で示したアンテナAPから3方向に照射される電波を床面に対して垂直方向から見た場合の模式図である。×印は各方向に照射される電波によって検知された人の位置であり、Hの楕円は×印の組合せによって決定された人の位置である。Hの楕円がひとつの時はひとりを意味し、ふたつの時は複数人を意味する。

【0058】まず、スペクトルのピーク周波数 $f_p$ ( $f_b$ ないし $f_b$ )からレーダから人までの距離( $R[m]$ )を上記(4)式で求める。複数のアンテナ方向に等距離に人が検出された場合は、それらの人がふたりであるか一人であるかを判定する。もし図12の(a)の×印のように人が隣り合う2つのアンテナ方向に検出されれば、そのふたりの人は2つのアンテナ方向の中間に位置するHの楕円で示されるひとりの人とみなす。図12の(b)の×印のように隣り合わない2つのアンテナ方向に検出されれば、そのふたりは、ふたつのHの楕円のように別々のふたりとし複数人とみなす。もし図12の(c)の×印のように3つのアンテナ方向に検出されれば、それらはそれぞれ隣り合うアンテナ方向の中間に位置する別々のふたりとし、複数人とみなす。以上のような3つのアンテナ方向に照射されるRS1、RS2、RS3の各方向に検出される人と監視区域にいる人の人数の判定の流れは図13のようにまとめられる。すなわち、RS1で検知があった場合とない場合に分け、次にこれらのそれぞれの状態で、RS2で検知があった場合とない場合に分け、さらにこれらの分けられたそれぞれの状態で、RS3で検知があった場合とない場合に分けて監視区域にいる人の人数を判定する。詳細については、図から明確にわかれると思われるので省略する。

【0059】また、動態情報抽出手段42では過去に記録された人の位置と現在の位置からその移動方向も求める。

【0060】次に、動態情報抽出手段42で求められた現在の監視区域にいる人の人数を動態情報記録手段43に記録する。さらに、動態情報修正手段44では動態情報記録手段43に記録された過去の時刻のデータから人数の修正を行う。例えば、過去のある時刻 $t$ に図12の

(a)のようにひとりと判定されていたが、次の時刻 $t + \Delta t$ には図12の(b)のように複数人と判定された場合は、時刻 $t$ にはひとりとみなされているデータをふたりに修正したり、過去のある時刻 $t$ に図12の(a)のような位置にいる人が、次の時刻 $t + \Delta t$ には図12の(d)のようにあり得ない移動速度をもつ人が検出されている場合などは、監視区域に新規に人が侵入してきたなどの判断を行う。また、その結果を再び動態情報記録手段43に記録し、最終的な結果を外部に出力する。

【0061】この発明の実施の形態2による動態検知装置では、図10に示したような3つのアンテナから壁からドアに向けて水平方向に電波を照射する場合の例を示したが、アンテナの設置位置および電波の照射方向は、天井から床に向けて垂直方向にするなど、いずれの位置や方向でもかまわない。また、この発明の実施の形態2による動態検知装置では、ひとつのアンテナが3つの電波を照射する例を挙げて人数判別の手順を説明したが、4以上の複数の電波を照射する場合も同様な手順で人数を判別することができる。また、複数のレーダでの結果を統合して、人の人数をより正確に判定することも可能である。

【0062】実施の形態3. ここで、この実施の形態3は、エレベータホールで人の存在を検知し、その人数を数え、エレベータ群管理システムに提供するシステムを想定した場合の動態検知装置に関するものであり、図14はこの発明の実施の形態3による適用例を表した概念図である。

【0063】図14においてEVはエレベータで、EHはエレベータEVのエレベータホールである。PはエレベータホールEHでエレベータを待つ乗客を表し、AはEHに待つ乗客を検知する送受信アンテナである。RHはアンテナAからEHに照射される電波を模式的に表した図である。

【0064】このようなエレベーターホールでの乗客の待ち人数の計数は、実施の形態2と同様な処理によって実現できる。

【0065】実施の形態4. ここで、この実施の形態4は、火災などの災害時に廊下などを避難する人の存在や人の流れの方向を検知する災害監視を想定した場合の動態検知装置に関するものであり、図15はこの発明の実施の形態4による適用例を表した概念図である。

【0066】図15においてFは火災現場を表し、PS1は廊下、A1は廊下PS1に電波を照射する送受信アンテナ、P1は廊下PS1を避難する人を表す。PS2は廊下PS1につながる廊下で、A2は廊下PS2に電波を照射する送受信アンテナ、P2は廊下PS2を避難する人を表す。R1、R2はそれぞれアンテナA1、A2から照射される電波を模式的に示している。

【0067】このような災害時の避難状況を監視する状況でも、実施の形態1と同様な処理によって、各時刻の



人の存在やその位置を検知することによって、現在の避難状況を把握することができる。

【0068】

【発明の効果】上記のようにこの発明では、電波を生成する電波生成手段、前記電波を送信波として監視区域に照射する送信アンテナ、反射物体で反射された前記送信波を反射波として受信する受信アンテナ、および前記送信波と前記受信波を混合してビート信号を生成するミキサから構成されるレーダ構成部と、前記レーダ構成部で取得されたビート信号から、監視区域における物体の存在とその位置、数、移動方向などの動態情報の検知を行う信号処理構成部と、を備え、前記信号処理構成部は、スペクトル抽出部と、動態検知部とを含み、前記スペクトル抽出部は、前記ビート信号のスペクトルを抽出する周波数分析手段と、スペクトルを記録するスペクトル記録手段とを含み、前記動態検知部は、現在検知対象のスペクトルと動く物体が存在しない時のスペクトルとを比較して監視区域における動く物体の存在を検出する動態検出手段と、検出された物体の位置、数、移動方向などの動態情報を抽出する動態情報抽出手段とを含むことを特徴とする動態検知装置とした。これにより、動態の検知に監視区域に照射した電波の反射波を用いているため、無線機などの発信機を持たない物体でも、その存在および位置、数、移動方向などの動態情報を検知することができる。また、電波を利用するため、非接触で暗所や煙などの光学的環境に依存せずに人の検知を行える効果がある。

【0069】またこの発明では、検知対象のスペクトルの強度と、動く物体が存在しない時のスペクトルの強度との増加または減少の度合から、監視区域における動く物体の存在や数を検出する機能を動態検出部にもたせたため、検知対象物体の反射強度特性にあわせて必要な物体の検知を行える効果がある。

【0070】またこの発明では、スペクトルの周波数から物体までの距離や、距離と現在のアンテナの設置位置および電波の照射方向から物体の位置や、過去のスペクトルに基づいた物体の位置と、現在の物体の位置から物体の移動方向などの動態情報を抽出する機能を動態情報抽出手段に持たせたため、検知対象物体の位置や移動方向などの動態情報を得られる効果がある。

【0071】またこの発明では、動態検知部に動態情報記録手段および動態情報修正手段を設けたため、動態情報記録手段に記録された過去の動態情報と現在検知対象の動態情報を比較することにより、検出された物体の位置、数、移動方向などを修正することができる効果がある。

【0072】またこの発明では、スペクトル抽出部にスペクトルの平均化処理手段を設けたので、設定した時間区間の経過終了を判定し、スペクトル記録手段に記録された各時刻のスペクトルのうち任意の時間区間の平均ス

ペクトルを求めることができ、安定したスペクトルを得ることができる効果がある。

【0073】またこの発明では、レーダ構成部にレーダ制御手段を持たせたため、電波の照射位置や照射方向を変化させることができる効果がある。

【0074】またこの発明では、複数の受信アンテナをレーダ構成部に持たせたため、複数の位置、方向からの受信波を受信することができる効果がある。

【0075】またこの発明では、動態検出部の動態情報抽出手段に複数の位置のアンテナから得られた動態情報を抽出する機能をもたせたため、複数の位置のアンテナから得られたスペクトルの周波数から物体までの距離や、前記距離とアンテナの設置位置および電波の照射方向から物体の位置や、複数のスペクトルに基づいた物体の移動方向などを検知できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による動態検知装置の全体の構成を表すブロック図である。

【図2】 この発明の実施の形態1による動態検知装置を自動追尾監視システムへ適用した場合の概念図である。

【図3】 この発明の実施の形態1による動作を説明するための波形図である。

【図4】 この発明の実施の形態2によるスペクトル記録手段に記録されている時間区間ごとのスペクトルを時間軸状に並べた図である。

【図5】 この発明の実施の形態2による平均化処理手段で平均化されたスペクトルを表す図である。

【図6】 この発明の実施の形態1によるレーダ構成部からスペクトル抽出部までの処理の流れを示した図である。

【図7】 この発明の実施の形態1による動態検出部の処理の流れを示した図である。

【図8】 この発明の実施の形態1によるスペクトルを説明するための図である。

【図9】 この発明の実施の形態2による動態検出装置の全体の構成を表すブロック図である。

【図10】 この発明の実施の形態2による動態検出装置を入退室管理システムへ適用した場合のシステムの概念図である。

【図11】 この発明の実施の形態2によるレーダ構成部からスペクトル抽出部までの処理の流れを示した図である。

【図12】 この発明の実施の形態2による人を検知する動作を説明するための図である。

【図13】 この発明の実施の形態2による動態情報抽出手段における各方向での人の検出結果から人数を決定する処理を示した図である。

【図14】 この発明の実施の形態3による動態検知装置をエレベータのホール監視システムへ適用した場合の

概念図である。

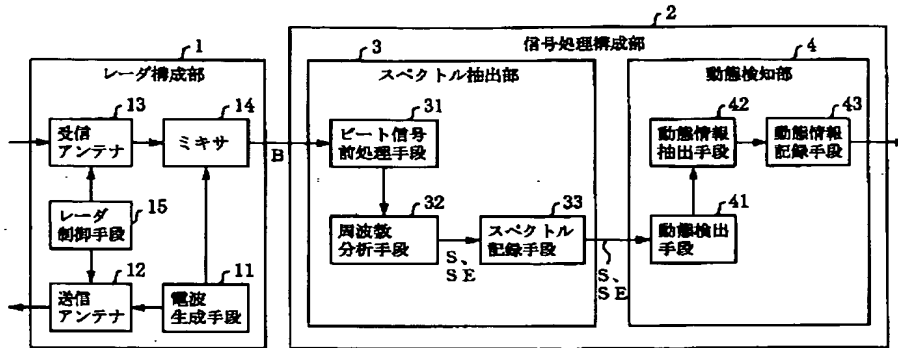
【図 15】 この発明の実施の形態 4 による動態検知装置を災害時監視システムへ適用した場合の概念図である。

【符号の説明】

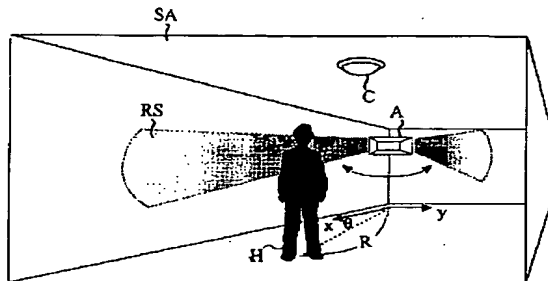
1 FC-CWレーダ部、2 信号処理構成部、3 スペクトル抽出部、4 動態検知部、11 電波生成手段、

12 送信アンテナ、13 受信アンテナ、14 ミキサ、15 レーダ制御手段、16 受信アンテナスイッチ、31 ビート信号前処理手段、32 周波数分析手段、33 スペクトル記録手段、34 平均化処理手段、41 動態検出手段、42 動態情報抽出手段、43 動態情報記録手段、44 動態情報修正手段。

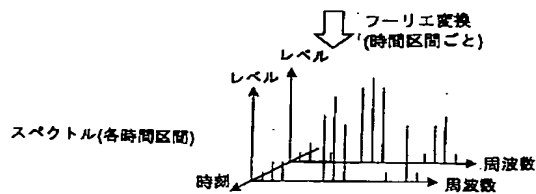
【図 1】



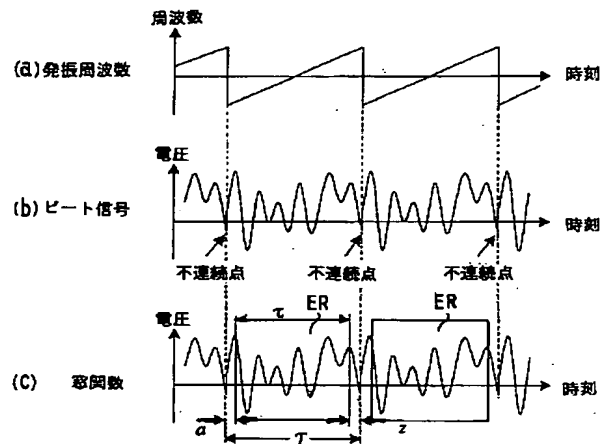
【図 2】



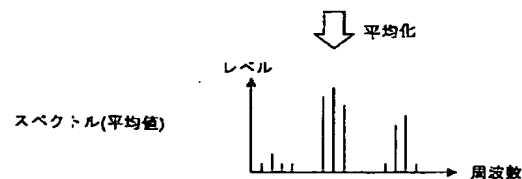
【図 4】



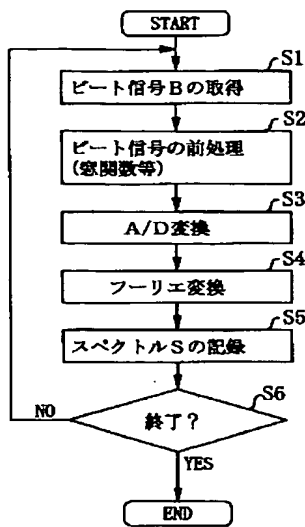
【図 3】



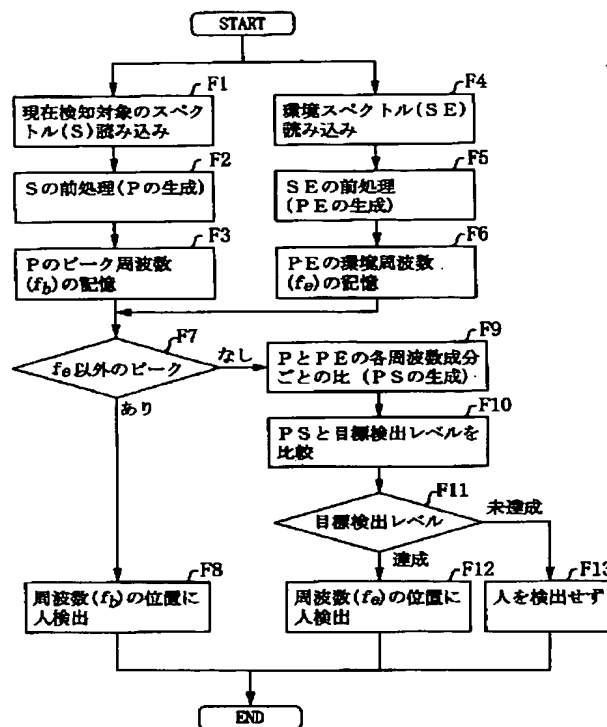
【図 5】



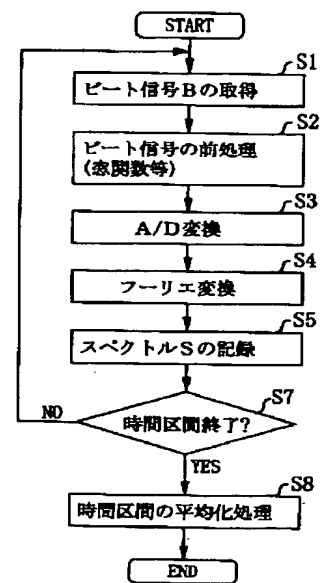
【図 6】



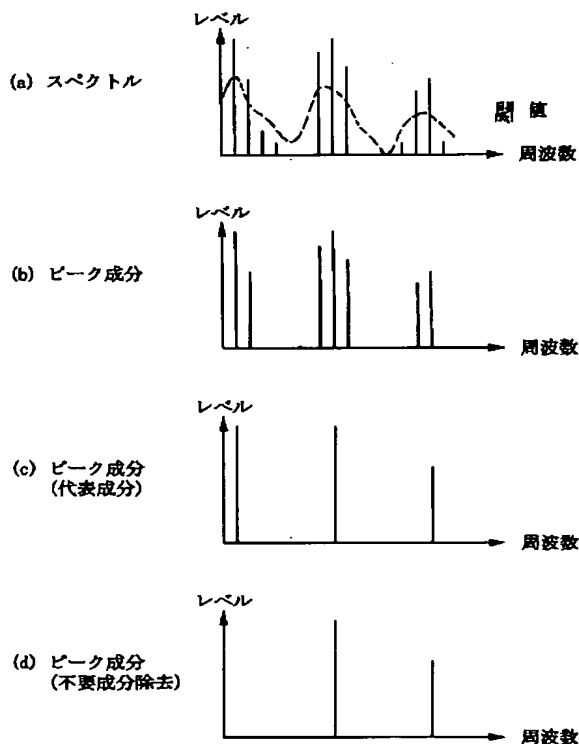
【図 7】



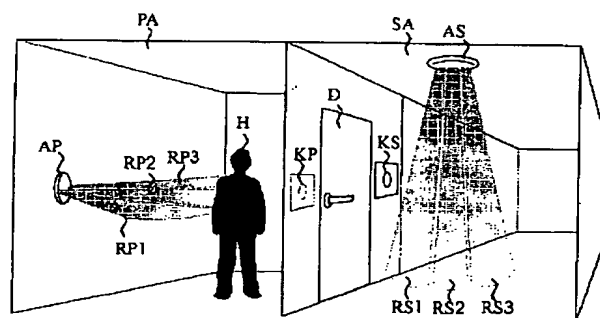
【図 11】



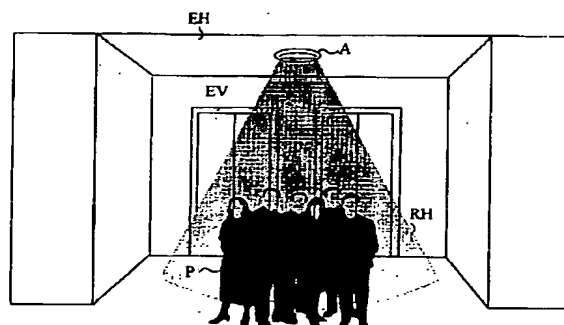
【図 8】



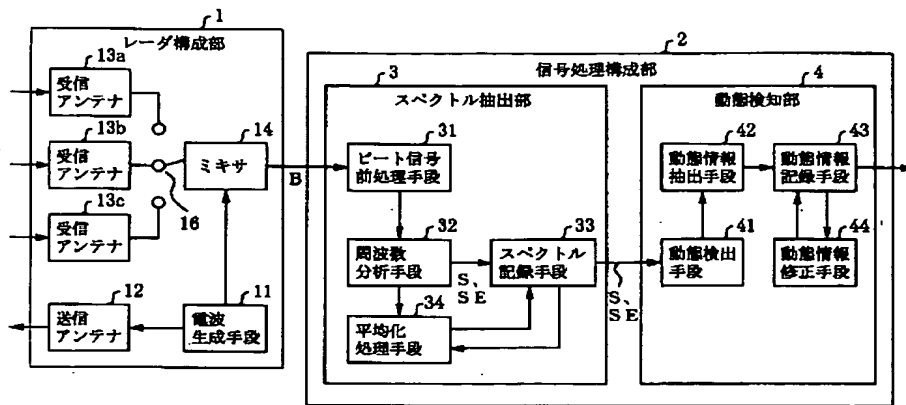
【図 10】



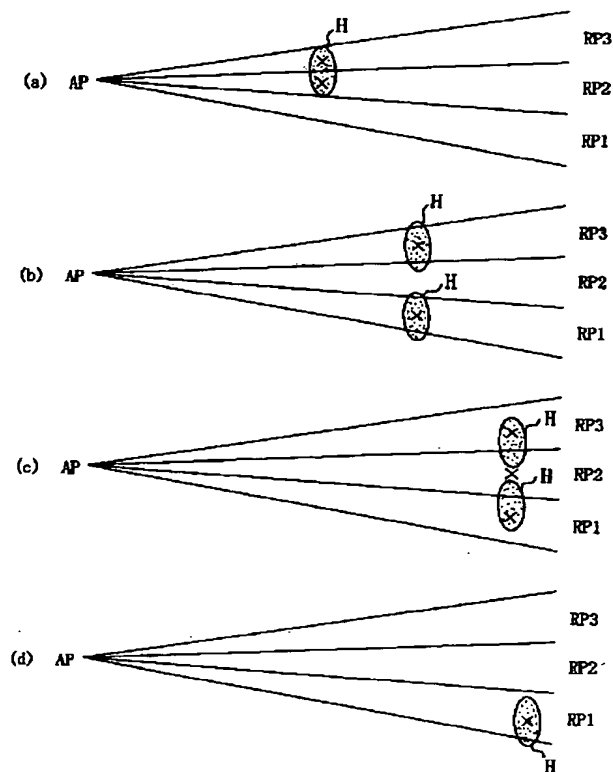
【図 14】



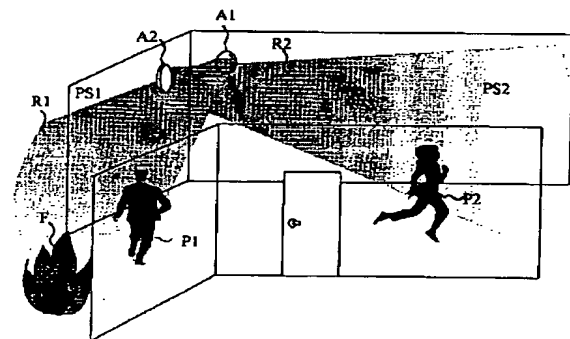
【図 9】



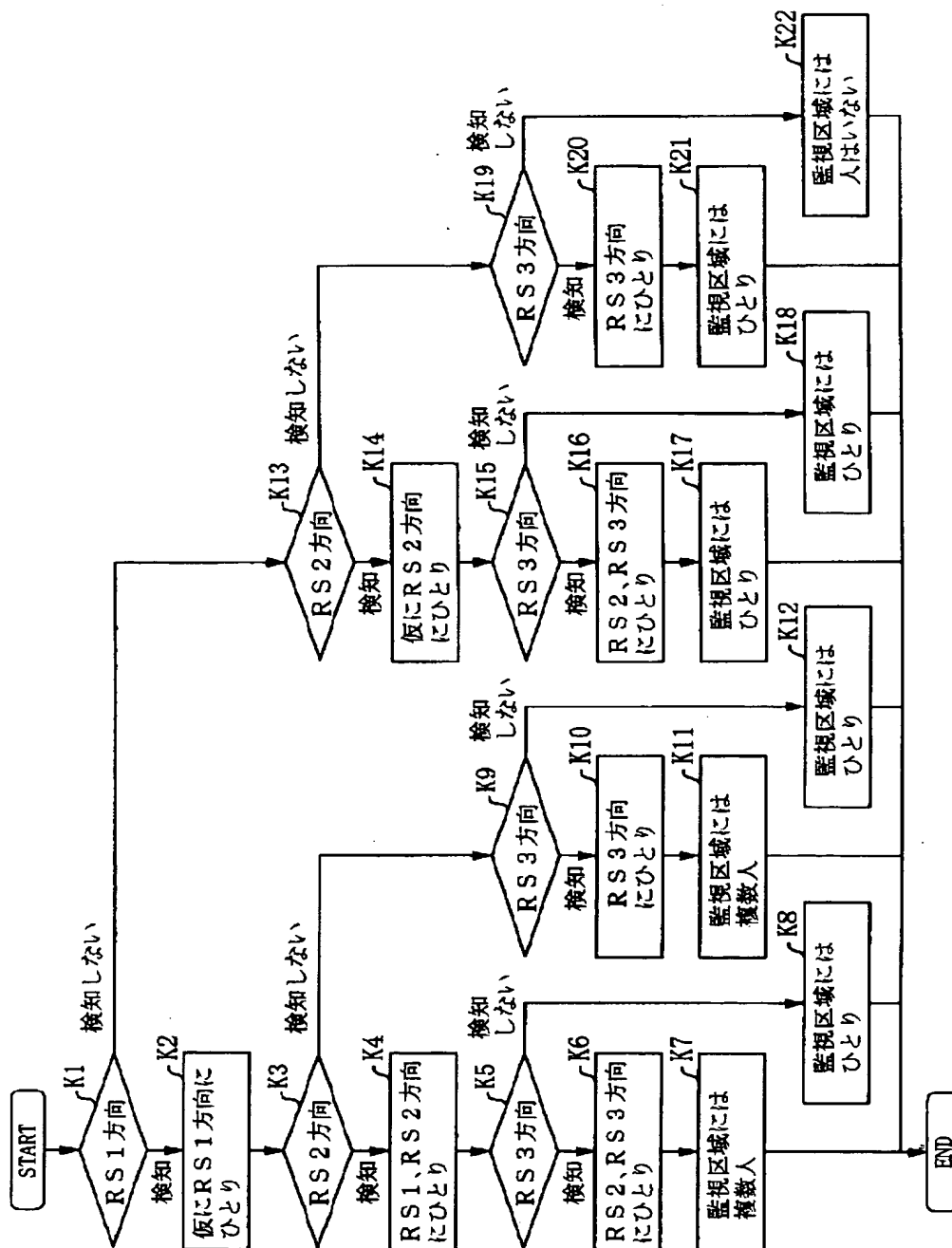
【図 12】



【図 15】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 野沢 俊治  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
 菱電機株式会社内

(72)発明者 森 英貴  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
 菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5C084 AA02 AA07 AA13 BB04 BB31  
CC26 DD07 DD11 GG71  
5J070 AB17 AC01 AC15 AD02 AD06  
AH25 AH31 AH35 AK22